Rawitz, Bernhard
Berlin

Lane Medical Library

DIE

RANVIER'SCHEN EINSCHNÜRUNGEN

UND

LANTERMANN'SCHEN EINKERBUNGEN.

INAUGURAL-DISSERTATION,

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

AM 8. MÄRZ 1879

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

BERNHARD RAWITZ

AUS OSTROWO (PROV. POSEN).

Nebst 1 Tafel.

LEIPZIG,

DRUCK VON METZGER & WITTIG.

1879.

DEN MANEN

MEINES VATERS.

Es ist noch nicht zu lange her, dass die Histologen glaubten, die Frage über den Bau der markhaltigen Nervenfaser im wesentlichen als abgeschlossen betrachten zu dürfen. Schwann'sche Scheide, Mark und Axencylinder, die „klassische Trias", wie sie Boll nennt, waren nach langen und heftigen Kämpfen als die einzigen den Nerven constituirenden histologischen Elemente anerkannt worden; der Streit über die Präexistenz des Axencylinders, des Zankapfels der Histologen jener Zeit, war erloschen und zu Gunsten derselben entschieden worden. Was Wunder, dass der Fleiss der Forscher sich der Beantwortung anderer, nicht minder wichtiger Fragen zuwandte; musste man doch meinen, dass nur der feinere Bau der einzelnen Elemente der Nervenfaser Gegenstand mikroskopischer Forschung in Zukunft werden könne, dass dagegen über die elementare Zusammensetzung selber Neues sich nicht mehr sagen lasse, da so viele, so eifrige und um die Wissenschaft so hochverdiente Männer die ganze Schärfe ihres Geistes, ihren ganzen Fleiss diesem Gebiete zugewandt, dasselbe nach allen Seiten hin durchforscht hatten und immer zu demselben Resultate gekommen waren: Schwann'sche Scheide, Mark und Axencylinder! Man könnte in der That die Berechtigung zu dieser Meinung nicht ableugnen, wenn nicht die Zeit gelehrt hätte, dass diese Berechtigung nicht vorlag.

Im Jahre 1871 veröffentlichte der französische Histologe Ranvier[1] Untersuchungen über die Stuctur der markhaltigen Nervenfaser, in denen er ein neues, viertes Elementargebilde kennen lehrte. Bei Anwendung der verschiedensten Reagentien, des Pikrocarmin, der Ueberosmiumsäure,

[1] Ranvier, Recherches sur l'histologie et la physiologie des nerfs. *Archives de Physiologie etc. par Vulpian etc.* 1871—1872.

des Argentum nitricum u. s. w., sah er constant bei allen Wirbelthieren eine Unterbrechung der Markscheide. Diese gab sich an Osmiumbildern dadurch zu erkennen, dass die schwarz gefärbten Nervenfasern in bestimmten Abständen (1—1·5^{mm}) ungefärbt waren und dass diese ungefärbten Stellen durch einen bald hellen, bald dunklen Streifen halbirt wurden. Er fand bei Anwendung des salpetersauren Silbers, dass im Unterschiede von der nicht gefärbten Nervenfaser diese Stellen ein braunes Colorit hatten, entstanden durch Reduction des Salzes. Ein Theil des Axencylinders ferner hatte beiderseits das Silbersalz aufgenommen und war infolge dessen eine kurze Strecke braun gefärbt, wodurch eine an ein lateinisches Kreuz erinnernde Figur entstanden war. Da die Nervenfaser hier etwas verjüngt, wie eingeschnürt erschien, so nannte Ranvier dies Gebilde, welches diese Verjüngung bedingt, „étranglement annulaire".

Er fand ferner, dass zwischen zwei Einschnürungen sich stets nur ein Kern der Schwann'schen Scheide befindet, der in das Mark eingedrückt und von einer geringen Protoplasmamenge umgeben ist.[1]

Aus dem Umstande, dass an der Einschnürung der Eintritt der Zusatz-, also vielleicht auch der Ernährungsflüssigkeiten in das Faserinnere stattfindet, wie die Silberbilder zeigen, dass ferner zwischen zwei Einschnürungen sich stets nur ein Kern der Schwann'schen Scheide findet, schloss Ranvier, dass eine so begrenzte Nervenstrecke eine Zelle sei.[2]

Von fast allen Seiten wurde bald nach der Veröffentlichung dieser Untersuchungen die Richtigkeit derselben bestätigt und die Ranvier'sche Einschnürung als ein normales Gebilde der peripheren markhaltigen Nervenfaser anerkannt.

Ein neues Structurelement der markhaltigen Nervenfaser wurde in neuester Zeit gleichzeitig von Schmidt und Lantermann[3] beschrieben. Boll[4] hat diese Untersuchungen als richtig anerkannt und erweitert.

Lantermann fand, dass die markhaltige Nervenfaser der Wirbelthiere in mehr oder minder regelmässigen, kurzen Distanzen Unterbrechungen erleide, die nur das Mark betreffen, aber mit den Einschnürungen nichts zu thun haben. Durch diese Unterbrechungen zerfällt die Markscheide in einzelne cylindrische Stücke, deren eines Ende zugespitzt ist und in eine entsprechende Aushöhlung des nächstfolgenden passt.

---

[1] Sigmund Mayer hat in diesem Protoplasma Pigment gesehen, was ich nicht bestätigen kann.

[2] Frey, *Histologie*, 5. Aufl., S. 332 nennt diese Strecke „Stabzelle".

[3] Lantermann, *Centralblatt für die med. Wissensch.* 1874; Nr. 45, und *Arch. f. mikr. Anat.* 1877.

[4] Boll, Ueber Zersetzungsbilder der markhaltigen Nervenfaser. *Dies Archiv.* 1877.

Die Nervenfaser sieht darnach aus, als wäre sie aus „ofenröhrenartig“ ineinander geschobenen Segmenten zusammengesetzt. Jedes oder fast jedes dieser „Kerbstücke“ enthält einen Kern der Schwann'schen Scheide. Lantermann hält diese Gebilde für die wahren Elementartheile der Nervenfasern. Er lässt ferner das Mark sich aufbauen aus kleinen, stäbchen- oder röhrenförmigen Elementen, die schräg, aber unter einander parallel, vom Axencylinder zur Schwann'schen Scheide verlaufen.

In Folgendem sollen nun die histologischen Details der Ranvier'schen Einschnürung, sowie deren Verhalten im lebenden Körper beschrieben und ferner untersucht werden, ob die Lantermann'schen Einkerbungen wirklich Erscheinungen präexistirender Gebilde sind. Ich ging dabei von der Ansicht aus, dass ich nur dann zu exacten Resultaten gelangen könnte, namentlich in Betreff des letzteren Punktes, wenn ich die Veränderungen, welche die markhaltige Nervenfaser bei Anwendung verschiedener Reagentien erleidet, einzeln studiren und mit einander vergleichen würde; dass ich ferner, um die Veränderungen in der Form überhaupt als solche zu erkennen, die Nerven unter Bedingungen beobachten müsste, welche denen, die im Körper herrschen, gleich oder mindestens ähnlich wären. Die Resultate der zuletzt genannten Methode müssen denen der ersteren natürlich voraufgehen.

Object war meistens der N. ischiadicus des Frosches, ausserdem wurden aber noch der N. cruralis der Katze, der Maus, des Kaninchens, die Hautnerven des Frosches und der Maus und die Lunge des Frosches zur Untersuchung herangezogen.

I. Untersuchungen der Nerven im blutdurchströmten Organe.[1]

Ein nicht zu leugnender Uebelstand aller der Methoden, deren die Histologen bis in die neueste Zeit zur Erkennung der Structurelemente der Nervenfasern sich bedient haben, liegt darin, dass sie das Thier tödten, ein Stück des Nerven sich herausschneiden und dasselbe in Rea-

[1] Ich hatte diese Untersuchungen Ende April abgeschlossen, wurde aber durch besondere Zwischenfälle an der Veröffentlichung derselben verhindert. Vor kurzem, im Juli, bekam ich Ranvier's neuestes Werk in die Hände: *Leçons sur l'histologie du système nerveux*, Paris 1878, 2 Vol., und fand, dass dieser Forscher ebenfalls schon die Nerven in der lebenden Froschlunge untersucht hatte. Eine nachträgliche Berücksichtigung seiner Resultate, die theilweise von den meinigen verschieden sind, hätte zugleich ein näheres Eingehen auf den hierher gehörigen Theil seines Werkes erfordert; dazu aber fehlte mir die Zeit.

gentien zerzupfen. Es wird das Object also nicht bloss mechanisch insultirt, sondern auch der Luft, der veränderten Temperatur ausgesetzt und in Flüssigkeiten gebracht, die eine andere Zusammensetzung haben, als diejenigen, welche es durchströmen. Je grösser oder je geringer diese Differenzen sind, desto grösser oder geringer sind natürlich auch die Veränderungen, die das Gebilde erfährt und desto verschiedener fallen die Erklärungen der einzelnen Beobachter aus. Die mitunter sehr heftigen Controversen der früheren Perioden, die auch zum Theil noch jetzt in unserer „chromsäuresüchtigen Zeit", wie sie Max Schultze[1] nennt, bestehen, sind der beste Beweis für die Wahrheit dieser Behauptungen.

Zwar hat man jetzt angefangen, möglichst indifferente Reagentien zu verwenden; indessen sind die erhaltenen Resultate darum mit Vorsicht aufzunehmen, weil die Einwirkungen von Luft, Temperatur und Präparirnadel nicht vermieden sind. Alle diese Fehlerquellen können aber nur dann umgangen werden, wenn man den Nerven im lebenden, noch vom Blute durchströmten Organe untersucht.

Als das zu diesem Zwecke geeignetste Organ empfahl mir Herr Dr. Sachs die Froschlunge, die von Holmgren[2] in neuester Zeit zur Untersuchung des Kreislaufes angegeben wurde.

Bereitet man dieselbe nach der von diesem Forscher beschriebenen Methode zur Untersuchung vor (man darf nur eine geringe Dosis Curare geben, weil sonst leicht Herzlähmung eintritt), so kann man sehr leicht die Nerven erkennen. Dieselben verlaufen entweder isolirt oder in Bündeln und sind grosse Strecken weit zu verfolgen; stets sind sie, selbst im ersten Falle (Fig. 1, Taf.) von einem mehr oder weniger starken, fibrillären Bindegewebe, dem Neurilemm (im alten Sinne), umgeben. Ihr Breitendurchmesser schwankt zwischen $0{\cdot}00275 - 0{\cdot}00825^{mm}$. In regelmässigen Abständen finden sich die Ranvier'schen Einschnürungen, welche constant dadurch kenntlich sind, dass der milchglasartige Glanz der Faser plötzlich aufhört, die Faser etwas blasser erscheint, als in ihrem übrigen Laufe und ihr Breitendurchmesser ein wenig verringert ist.

In der Mitte zwischen je zwei derartigen Stellen findet sich stets nur ein etwas blasser, in das Mark gewissermaassen eingedrückter, ovaler Kern der Schwann'schen Scheide (Fig. 1, Taf.). Die Fasern sind stets einfach conturirt, der Contur ist scharf und breit und erscheint bald bei tiefer, bald bei hoher Tubusstellung hell. Nie aber hat man im letzteren Falle den Eindruck, als wäre er von zwei scharfen Linien gebildet; er sieht vielmehr etwas verwaschen aus, während gleichzeitig

[1] Max Schultze, *Bau der Nasenschleimhaut.*
[2] Holmgren, *im Jubelbande für Carl Ludwig.*

auch die ganze Faser undeutlicher erscheint. Selbst noch drei Tage nach der Curaresirung haben die Nerven ganz dasselbe Aussehen; an ihnen ist keine Spur von Lantermann'schen Einkerbungen auch nur andeutungsweise zu erkennen.

Jetzt tödtete ich das Thier dadurch, dass ich ihm das Herz ausschnitt und die Lungengefässe mit 0·75% Kochsalzlösung ausspritzte. Allmälig nahmen die Nerven den doppelten Contur an, der einen gelbgrünlichen Glanz hat, welcher, wie wir später sehen werden, für ihn charakteristisch ist. Nie aber entstanden im doppelten Contur die Einkerbungen; derselbe hatte vielmehr selbst mehrere Tage nachher noch ebendasselbe Aussehen, wie kurz nach der Tödtung.

Dies sind die Resultate der Untersuchungen der Nerven im blutdurchströmten Organe. Aus denselben geht zunächst klar hervor, dass die lebende unversehrte Nervenfaser einfach conturirt ist und in regelmässigen Abständen durch blassere Stellen unterbrochen wird, welche, wie das Verhalten der Kerne zeigt, die Ranvier'schen Einschnürungen darstellen.

Eine geringe oder auch gar keine Beweiskraft wird man vielleicht geneigt sein, den Resultaten zuzuschreiben, die ich nach Tödtung des Thieres erhielt. Zwar bildete sich der doppelte Contur aus, aber da nicht einmal der Axencylinder, der doch sicher präformirt ist, sichtbar wurde, so scheint das Nichterscheinen der Einkerbungen kein Beweis gegen ihre Präexistenz zu sein. Dass dies aber dennoch und zwar ein gewichtiger Beweis ist, kann ich erst später zeigen, wenn ich die Resultate besprochen haben werde, welche man durch Anwendung der verschiedenen Reagentien erhält.

Eine auffallende Erscheinung möchte ich noch erwähnen. Man sieht nämlich an den Nerven der Lunge, am besten so lange das Thier lebt, eigenthümliche Ausbuchtungen, die ein Schwanken in der Breite einer und derselben Faser hervorrufen und die Form eines von parallelen Linien begrenzten Bandes bedeutend alteriren. Dieselben verschwinden weder bei stärkerem Aufblasen des Organes, noch werden sie bei schwächerem zahlreicher.

Nachdem nun das Aussehen der Nervenfaser im lebenden Organismus festgestellt worden ist, will ich näher auf die Veränderungen eingehen, welche dieselbe bei Einwirkung der verschiedenen Reagentien erleidet. Letztere müssen so wenig wie möglich die Form der Faser alteriren; dass dieses Postulat keines der angewendeten erfüllt, dass also kein einziges Reagens wahrhaft indifferent ist, wird sich in folgendem zeigen.

Behandelt man ein Stück eines Nerven mehrere Stunden hindurch oder einen ganzen Tag lang mit einem Reagens und untersucht dann,

*

so werden sich dem Beobachter die Endproducte der Einwirkung darstellen; während, wenn man das Object in der Zusatzflüssigkeit zerzupft und betrachtet, die Reihenfolge der Veränderungen zur Kenntniss gelangen wird. Beide Methoden werden also von einander verschiedene Resultate liefern und müssen daher gesondert abgehandelt werden.

Es sollen zunächst die Einwirkungen der Färbemittel und dann die Veränderungen des in der Zusatzflüssigkeit zerzupften Nerven betrachtet werden.

II. Die Veränderungen des mit Färbemitteln behandelten Nerven.

Behandelt man ein Stück des n. ischiadicus vom Frosche 4 bis 24 Stunden lang mit verdünnter, alkoholischer Fuchsinlösung (6 bis 7 Tropfen einer 4 % Lösung auf ein Uhrschälchen mit Wasser) und zerzupft das ausgewaschene Object in einer 50 % Lösung essigsauren Kalis, so erhält man Folgendes (Fig. 2, Taf.):

Die Ranvier'sche Einschnürung ist intensiv dunkelroth, fast schwarz gefärbt und nimmt die ganze Breite der hier etwas verjüngten Faser ein. Ihre Form und ihr Aussehen erinnern an einen breiten Kautschukring, der eng eine elastische Röhre umgibt (Fig. 2, Taf.). Der Axencylinder ist manchmal an dieser Stelle abgerissen und dann kolbig verdickt. Er erscheint als ein tiefrothes, sehr schmales, wellig verlaufendes Band, das aus den Rissenden der Fasern wie der „Docht aus einem Lichte" hervortritt und dann leicht längsstreifig aussieht. Die den Axencylinder zunächst umgebende Masse ist weniger intensiv gefärbt, hebt sich aber deutlich von dem blassrothen doppelten Contur ab, an dem von Lantermann'schen Einkerbungen nichts zu sehen ist. Die ovalen Kerne der Schwann'schen Scheide, die das Mark nach innen zu hervorwölben, sowie die spindelförmigen, geschwänzten des Neurilemm (im alten Sinne) sind intensiv roth gefärbt.

Leider sind diese schönen Präparate einer Aufbewahrung nicht fähig, denn 50 % Kali aceticum, Glycerin, die in neuester Zeit empfohlene Levulose und Kanadabalsam machen in längerer oder kürzerer Zeit die Fasern erblassen und lassen den Inhalt unter Bildung doppelrandiger, besser doppelschichtiger Tropfen austreten.

Aehnlich verhalten sich die übrigen Anilinfarben, während Karmin den doppelten Contur und die Einschnürung gar nicht, den Axencylinder dagegen blassrosa färbt.

Sehr ähnlich dem Fuchsin in seiner Wirkung auf die Einschnürung ist eine $^1/_5$ % Lösung von Argentum nitricum. Bei etwas oberflächlicher Betrachtung sieht man an den Einschnürungen nur die von Ranvier[1] beschriebenen lateinischen Kreuze, welche dadurch entstanden sind, dass ein Stück des Axencylinders beiderseits von der Einschnürung das Silbersalz aufgenommen hat. Genauere Beobachtung, namentlich die Anwendung guter Immersionen lässt folgende Details erkennen (Fig. 3a, Taf.): Der Axencylinder ist in seinem Verlaufe, bis auf die Einschnürungsstelle, nur leicht braun gefärbt. Die von Frommann[2] zuerst beschriebene und von Ranvier als richtig anerkannte Querstreifung des Axencylinders habe ich nur an einem dem hiesigen physiologischen Institute gehörigen Präparate, die von Ranvier[3] beschriebene konische Anschwellung desselben habe ich nie gesehen. Die Einschnürung ist intensiv braun und umgibt nur den Axencylinder, wie ein breiter Kautschukring. Nach aussen von derselben sieht man ein Gebilde, das auf der Schwann'schen Scheide aufsitzt (Fig. 3a, Taf.). Dieselbe ist eine kurze Strecke vor und hinter der Einschnürung etwas abgehoben, um sich dann wieder eng an die Faser anzuschmiegen; eine Verwechselung mit dem Neurilemm ist also auszuschliessen, Dieses Gebilde ist eine Verdickung der Schwann'schen Scheide, wie ich später zeigen werde, ist convex gegen die Einschnürung gewölbt und erscheint bei tiefer Tubusstellung dreieckig. Letzteres ist ein rein optisches Phänomen, indem man perspectivisch die die ganze Circumferenz der Scheide einnehmende Verdickung übersieht. Doppelter Contur, die den Axencylinder umgebende Masse und beide Arten von Kernen sind stets ungefärbt; am ersteren sind, wie Lantermann selber hervorgehoben hat, keine Einkerbungen zu sehen.

Daraus ist zu schliessen, erstens, dass das Mark von einer Scheibe oder von einem Ringe unterbrochen wird, der den Axencylinder umgiebt, auf Argentum nitricum durch Braunfärbung reagirt, also von dem sich nicht färbenden Marke chemisch verschieden, vielleicht der Kittsubstanz der Epithelien gleich ist; zweitens, dass die Schwann'sche Scheide in die Einschnürung nicht eingeht, sondern an derselben verdickt ist.

Färbt man dünne Nervenstämmchen in toto mit Silber, wozu sich die Hautnerven des Frosches und der Maus sehr gut eignen, so erhält man ausser den scheinbar unregelmässigen zerstreut liegenden Axenkreuzen das zierliche Bild der Endothelzellen auf dem Neurilemm

---

[1] A. a. O.

[2] Frommann, Virchow's *Archiv.* Bd. 31, S. 151.

[3] A. a. O.

(Fig. 3b, Taf.). Ob aber diese braunen Linien Begrenzungen präexistirender Gebilde oder Niederschläge des angewendeten Reagens sind, lasse ich dahin gestellt. Ich habe dieselben Zeichnungen auf dem mit Silber behandelten Platysma des Frosches erzielt, wo sie, meines Wissens, noch nicht gekannt sind. Vielleicht giebt das Fuchsin, das, wie wir vorhin sahen, zur Einschnürung sich ganz ähnlich verhält, wie Argentum nitricum, in der etwas schwierigen Kittsubstanzfrage ein sicheres Kriterium.

Gelungene Goldpräparate, in denen der Axencylinder meist leicht geschlängelt verläuft, lassen jene oben beschriebene Verdickung der Schwann'schen Scheide sehr gut erkennen.

III. Zerzupfen der Nerven in Reagentien.

Wenden wir uns jetzt, nachdem wir die Endproducte der Einwirkung der Reagentien kennen gelernt haben, zur Betrachtung der Reihenfolge in den Veränderungen, wie sie sich darstellen beim Zerzupfen und Betrachten des Objectes in der Zusatzflüssigkeit.

In 0·75% Kochsalzlösung zerzupfte Nervenfasern zeigen constant die Ranvier'schen Einschnürungen, die das bisjetzt allgemein bekannte Aussehen haben. Es erscheint nämlich die Faser plötzlich unterbrochen und ihre scheinbaren Bruchstücke durch eine mehr oder weniger breite, etwas blasse cylindrische Commissur verbunden (Fig. 4b, Taf.). Dass dieses Aussehen dem im lebenden Organismus nicht entspricht, haben wir schon gesehen. Nach aussen vom doppelten Contur, der den für ihn charakteristischen gelbgrünlichen Glanz hat, durch einen äusserst feinen, hellen Zwischenraum getrennt (Fig. 4a, Taf.) sieht man stets eine scharfe, dunkle, bei Mäusen fast tintenschwarze, continuirliche Linie, die Schwann'sche Scheide, welche in den meisten Fällen in die Ranvier'sche Einschnürung sich einsenkt (offenbar in Folge der Einwirkung des Reagens) oder aber über dieselbe hinwegzieht und dann die oben beschriebene Verdickung erkennen lässt. Dieselbe geht über die Marksegmente hinweg.

Die Lantermann'schen Einkerbungen liegen im Anfange der Beobachtung sehr eng aneinander, wie dies Boll[1] beschrieben hat, so dass sie nur schwer als die ganze Dicke des doppelten Conturs durchsetzende

[1] A. a. O.

Sprünge zu erkennen sind (Fig. 4a, Taf.). Allmälig rücken sie weiter auseinander und in dem Raume zwischen je zwei Segmentspitzen, Spitzenlücke will ich ihn kurzweg nennen, erscheint eine eigenthümliche Zeichnung, die Boll entgangen ist, die aber über die wahre Natur dieser Einkerbungen doch einigen Aufschluss geben könnte. Man sieht nämlich (Fig. 3c, Taf.) schräg zur Faseraxe verlaufende, unter einander durchaus nicht parallele, dunkle Striche, die bald einseitig, bald beiderseitig vorhanden sind. Oefters verbinden sich die Striche correspondirender Spitzenlücken durch quer über die Faser verlaufende Schlieren und gewähren so ein ganz eigenthümliches Bild. Deuten diese Striche eine Structur der Schwann'schen Scheide an oder sind sie auf Fältelungen derselben zurück zu führen?

Die Segmente selber sind von verschiedener Gestalt, ihre Spitzen sind verschieden geformt, wie dies Lantermann und Boll beschrieben haben; im allgemeinen aber sind sie ziemlich gross und regelmässig angeordnet; zwischen je zwei Einschnürungen befinden sich etwa 25—30.

Beobachtet man das Object mit einem guten Immersionssystem (Seibert's Nr. 7), so sieht man namentlich die Schwann'sche Scheide, den dritten Contur, deutlicher. Allmählich zeigt sich in dem vom doppelten Contur begrenzten Raume eine sonderbare Erscheinung, die Boll sehr treffend mit einer „Federseele" verglichen hat (Fig. 4c, Taf.). Dieses federseelenartige Gebilde hat gleichsam nur hingehauchte Conturen und ist nur bei der grössten Aufmerksamkeit wahrzunehmen. Allmälig verändert sich dasselbe durch weitere Schrumpfung, ein Vorgang, den Boll übersehen hat, und es entsteht ein relativ breites, wellig verlaufendes Band, der Axencylinder (Fig. 4d, Taf.), der jetzt leicht längsstreifig erscheint. Da nun zwischen dem so geschrumpften Axencylinder und dem doppelten Contur ein Vacuum nicht gut angenommen werden kann, so muss man sich zu der Engelmann'schen[1] Ansicht bekennen, dass der Axencylinder eine Flüssigkeit auspresst, die sich mit dem doppelten Contur mischen kann oder auch nicht mischt. Vielleicht fasst Klebs[2] seine „periaxale Flüssigkeit" so auf.

Fleischl[3] stellte, durch die Resultate der verschiedenen Härtungsmethoden dazu geführt, die Hypothese von der flüssigen Natur des Axencylinders auf, für welche Boll in der von ihm beobachteten Molekularbewegung bei Torpedo und in der federseelenartigen Schrumpfung einen

[1] Engelmann, Ueber Degeneration der Nervenfasern. Pflüger's *Archiv.* 1875.

[2] Klebs, Die Nerven der organischen Muskelfasern. Virchow's *Archiv.* Bd. 32.

[3] Fleischl, *im Jubelbande für Ludwig.*

Beweis erblickt. Letzteres Phänomen und die Fleischl'schen Beobachtungen, die ich vollkommen bestätigen kann, können meiner Ansicht nach ganz ebenso gut an einem festweichen Gebilde vorkommen, sie sind noch durchaus kein zwingender Beweis für jene Hypothese.

Die Wichtigkeit der von Boll zuerst beobachteten Erscheinung liegt vielmehr darin, dass dadurch bewiesen wird, dass die allgemeinen Vorstellungen von der Breite des Axencylinders bis jetzt falsche gewesen sind. Derselbe wird durch den vom doppelten Contur umschlossenen Raum repräsentirt; der doppelte Contur ist also die ganze Markscheide und nicht, wie Kölliker will,[1] der Ausdruck einer Gerinnung, die nur in der äusseren Markschicht statt finden soll.

Daraus erhellt auch die Beweiskraft der im ersten Abschnitte besprochenen Resultate, die ich nach Tödtung des Versuchsthieres erhielt. Die Bildung des doppelten Conturs, die dort eintrat, ist eben der optische Ausdruck einer präformirten Trennung von Mark und Axencylinder. Da nun jene Methode alle Gebilde zur Beobachtung bringt, aus denen sich die markhaltige Nervenfaser aufbaut, die Lantermann'schen Einkerbungen aber nicht auftreten, so wird dadurch der Verdacht erweckt, dass die Behauptung von der Präexistenz derselben unbegründet ist.

Aehnlich wie Kochsalz wirkt humor aquaeus.

Ein in 1% Ueberosmiumsäure zerzupfter Nerv lässt constant die Ranvier'schen Einschnürungen erkennen. Dieselben sind stets ungefärbt, haben die von Ranvier beschriebene Gestalt und zeigen in ihrer Mitte den von demselben Forscher beschriebenen Streifen, der je nach der Tubusstellung dunkel oder hell erscheint (Fig. 5 b, Taf.). Ich halte denselben für die bei Einwirkung von Argentum nitricum sich braun färbende Substanz, welche hier etwas geschrumpft ist. Ebenso wie die Einschnürung sind die Kerne stets ungefärbt; wie schon Ranvier hervorgehoben und Boll mit aller Schärfe ausgesprochen hat und wie die Beobachtungen der Nerven in der Froschlunge ebenfalls lehrten, findet sich zwischen zwei Einschnürungen stets nur ein Kern der Schwann'schen Scheide und zwar in der Mitte der von diesen begrenzten Strecke. Die Lantermann'che Beobachtung, dass fast jede „Kerbstrecke" einen Kern hat, konnte ich, ebensowenig wie Boll, bestätigen.

Ganz wie bei Kochsalzpräparaten liegen die Einkerbungen im Anfange dicht aneinander und erst allmählich werden ihre Abstände grösser. Dadurch wird die Strichelung der Spitzenlücken sichtbar, für die das vorhin Gesagte in vollem Maasse gilt. Ausser dieser Zeichnung bemerkt

[1] Kölliker, *Histologie*, 5. Auflage.

man aber noch eine andere, die ebenfalls der Schwann'schen Scheide angehört. Man sieht nämlich zunächst auf dem tintenschwarz gefärbten Mark dunkle, untereinander parallele Striche, die senkrecht zur Faseraxe verlaufen (Fig. 5c, Taf.). Lantermann[1] glaubte daraus auf eine Zusammensetzung des Markes aus feinen Röhrchen schliessen zu müssen; Boll[2] erklärte sie für Kunstproducte, nahm aber doch auch an, dass sie dem Mark angehörten. Beiden Forschern ist eine Beobachtung entgangen, welche die wahre Natur dieser Erscheinung erklärt. Man sieht nämlich fast regelmässig (Fig. 5c, Taf.) die Striche correspondirender Stellen sich verbinden durch quer über den stahlblau gefärbten Axencylinder laufende Schlieren, sie sind also vollkommen identisch mit den in den Spitzenlücken beschriebenen.

Durch das Auseinanderrücken der Marksegmente sieht man stets grosse Zwischenräume zwischen den einzelnen entstehen. Diese erscheinen als helle Bänder, die quer über die Faser ziehen, oft eine beträchtliche Breite erlangen (Fig. 5c, Taf.) und dadurch dem Nerven ein Aussehen verleihen, als wäre derselbe aus einzelnen Rechtecken zusammengesetzt die von einander sehr weit abstehen. Setzt man jetzt von der einen Seite verdünnte Fuchsinlösung zu, indem man gleichzeitig auf der anderen Seite mittelst etwas Fliesspapieres die Ueberosmiumsäure wegsaugt, ein von A. Key und Retzius[3] zur Erkennung der Schwann'schen Scheide empfohlenes Verfahren, so sieht man, dass sich diese hellen Bänder roth färben, also der Schwann'schen Scheide angehören. Die bedeutende Schrumpfung der Fasern, die Ursache für dieses Phänomen, erklärt auch die Erscheinung jener Striche auf der Scheide; dieselbe kann dem sich verändernden Marke nicht schnell genug folgen, wird also für den Inhalt etwas zu weit und legt sich deswegen in Falten.

Betrachten wir nun die Marksegmente selber, so finden wir, dass sie sich wesentlich unterscheiden von denen, die beim Zerzupfen in Kochsalzlösung entstehen. Sie sind von sehr verschiedener Gestalt (Fig. 5a, Taf.), meistens sehr klein, ihre Spitzen sind sehr verschieden gebildet, ja manchmal differiren sogar correspondirende Theile des Markes in Grösse und Gestalt. Der bedeutendste Unterschied von Kochsalzsegmenten beruht aber in ihrer ausserordentlichen Häufigkeit: zwischen

---

[1] A. a. O., wenn ich seine Angaben im *Archive für mikroskop. Anatomie* richtig verstanden habe; dieselben sind nicht ganz klar. Auch die Abbildungen geben kein correctes Bild von dem, was er meint.

[2] A. a. O.

[3] A. Key und Retzius, *Archiv für mikroskop. Anatomie.* 1873.

je zwei Einschnürungen finden sich 59—69 Segmente, einmal habe ich sogar 78 gezählt.

Wären die Lantermann'schen Einkerbungen wirklich Erscheinungen präexistirender Gebilde, so dürften solche Differenzen in den Zahlen, wie sie hier sich finden, entschieden nicht vorkommen. Jene früher erwähnten Thatsachen führen mich im Verein mit dieser zu dem Schlusse, dass die Lantermann'schen Einkerbungen Erscheinungen der schrumpfenden markhaltigen Nervenfaser, oder, wie Boll seine Arbeit betitelt hat, in der er ihre Präexistenz nachweisen wollte, dass sie „Zersetzungsbilder" sind.

(Man kann die so hergestellten Präparate sehr gut in Glycerin, das mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt ist, aufbewahren.)

Lässt man die Nerven in der Ueberosmiumsäure 24 Stunden liegen, so verschwinden die Lantermann'schen Einkerbungen fast vollkommen, weil neben der immer stärker werdenden Längs- auch Breitenschrumpfung eintritt, wodurch die von einander entfernten Segmente einander wieder genähert werden.

Im höchsten Grade alterirend wirkt das destillirte Wasser ein. Die in demselben zerzupften Nerven zeigen ebenfalls constant die Ranvier'schen Einschnürungen. Das Mark, im Anfange schmal und und von gelbgrünlichem Glanze, wird allmählich breiter und erscheint fibrillär. Die Lantermann'schen Einkerbungen haben die unregelmässigsten Formen, ganz wie bei Nerven, die in Ueberosmiumsäure zerzupft sind. Der Axencylinder ist von dem Marke durch einen äusserst feinen, hellen Spalt getrennt (Fig. 6, Taf.): dieser ist wohl die Veranlassung gewesen, dass Ranvier[1] dem Axencylinder einen doppelten Contur vindicirt hat.

Bald beginnt eine milchige Trübung des Gesichtsfeldes, welche durch den austretenden Faserinhalt verursacht wird. Es rücken unter den Augen des Beobachters doppelter Contur mit Einkerbungen und Axencylinder vorwärts. Sind die Massen an einer Ranvier'schen Einschnürung angelangt, so wird die Bewegung langsamer, die Massen stauen sich und es findet ein Durchpressen durch die Einschnürung statt. Dieses Phänomen beweist auf das schlagendste, dass hier eine Verdickung der Schwann'schen Scheide sich findet, dass also die oben beschriebene Beobachtung richtig ist.

Interessant ist es, die austretenden Massen zu verfolgen.

Zunächst sieht man deutlich, dass das Mark schneller fliesst, als der Axencylinder, eine Erscheinung, die meiner Ansicht nach gegen die

[1] A. a. O.

flüssige Natur des letzteren spricht. Ferner sieht man, dass das Mark den austretenden Axencylinder sofort umgiebt und so die sogenannten Myelintropfen bildet. Dieselben sind doppelschichtig, zu ihrer äusseren Schicht wird stets das fibrillär gewordene Mark verwendet (Fig. 6, Taf.). Dadurch erhalten sie ein Aussehen, das an die Ringe erinnert, welche ein Raucher vor sich herbläst. Die austretenden Massen bilden die sonderbarsten Figuren; bald sind es einfache Rauchringe, bald hat man das Bild einer beginnenden Zelltheilung, bald sieht man ganze Faserfetzen umherschwimmen.

Boll hat in seiner mehrfach citirten Arbeit die Beobachtung mitgetheilt, dass der Axencylinder bei seinem Ausfliessen aus der Faser Tropfen bilde; wie aus der von ihm gegebenen Abbildung erhellt, findet dabei eine Umhüllung dieses Axencylindertropfens durch das Mark nicht statt. Durch dieses Phänomen ist Boll zu der Ansicht geführt worden, dass der Axencylinder eine Membran besitze. Dies mag richtig sein; ein Beweis aber für diese Hypothese ist jene Beobachtung nicht, deren Richtigkeit ich ausserdem nach meinen Untersuchungen bezweifeln muss. Ich habe nie etwas Aehnliches gesehen, sondern fand stets, dass das Mark und der Axencylinder gleichzeitig aus der Schwann'schen Scheide ausflossen.

Aehnlich, nur viel stürmischer, wie Aqua destillata, wirken liquor ammonii caustici und Kalilauge.

IV. Trocknes Zerzupfen der Nerven und seitlicher Zusatz der Reagentien.

Wie wir gesehen haben, wirken alle bisher angewendeten Reagentien mehr oder weniger alterirend auf die Nervenfasern ein. Es ist eben dem von Max Schultze[1] gestellten Postulate, dass die Zusatzflüssigkeit die möglichst gleiche Mischung haben soll, wie die Gewebsflüssigkeit, noch in keiner Weise genügt worden. Da wir aber bisjetzt kein Reagens kennen, dass diese Eigenschaften besitzt, so schien mir, um zum Ziele zu gelangen und namentlich die histologischen Details der Einschnürung an einer möglichst normalen Nervenfaser zu bestätigen, was bei Beobachtung der Froschlungennerven nicht möglich war, weil stärkere Systeme unanwendbar waren, der sicherste Weg der zu sein, dass ich die Nerven trocken, oder richtiger in der Gewebsflüssigkeit unter-

[1] Max Schultze, *Bau der Nasenschleimhaut.*

suchte. Man muss das Object, wo möglich, vom eben decapitirten Thiere nehmen (ganz ausgezeichnet sind dafür Frühjahrsfrösche), bei dem Zerzupfen natürlich sehr rasch verfahren und wählt am besten ein höchstens 4 mm grosses Stück dazu; ferner legt man, um jeden Druck zu vermeiden, das Deckglas auf Deckglastrümmer. So hergestellte Präparate zeigen Folgendes:

Fast sämmtliche isolirten Fasern sind einfach conturirt und haben einen milchglasartigen Glanz. An diesen ist absolut keine Spur von Einkerbungen zu sehen. Es erscheint also auch hier, wie in der vom Blute durchströmten Lunge, die Nervenfaser einfach conturirt; es hat also noch keine Trennung von Mark und Axencylinder stattgefunden. Lantermann giebt in seiner mehrfach genannten Arbeit an, dass man quer über die Faser verlaufende helle Bänder sehen soll, wenn dieselbe gezerrt ist; diese Bänder sollen der Ausdruck sein für die Zusammensetzung des Markes aus einzelnen in einander geschobenen Segmenten. Nie habe ich davon auch nur eine Andeutung gesehen, obgleich ich eine grosse Anzahl Untersuchungen zu diesem Zwecke anstellte.

Hin und wieder trifft man isolirte Fasern, die doppelt conturirt sind, aber auch an diesen ist in der Majorität der Fälle keine Andeutung von Einkerbungen vorhanden.

Dieselben sind nur sichtbar an Fasern, die in Haufen zusammenliegen; an diesen ist dann stets Mark und Axencylinder geschieden und ersteres hat seinen gelbgrünlichen Glanz.

Die Ranvier'sche Einschnürung repräsentirt sich hier nicht in der bekannten Form, sondern sie erscheint als eine blasse, das Licht weniger stark brechende biconcave Scheibe, die in den Lauf der Faser eingeschaltet ist (Fig. 7, Taf.). Diese ist an dieser Stelle etwas verjüngt und man sieht dabei die Schwann'sche Scheide als scharfen Contur über die Verjüngung hinwegziehen. Da nun frühere Beobachtungen eine Verdickung derselben an der Einschnürung kennen lehrten, so wird dadurch diese letzte Erscheinung auf das einfachste erklärt.

Die Ranvier'sche Einschnürung wird also an der frischen Nervenfaser durch eine biconcave Scheibe, oder besser, durch einen Ring gebildet, der den Axencylinder umgiebt und dem eine Verdickung der Schwann'schen Scheide correspondirt.

Dass dieser Ring wirklich die die Einschnürung bildende Substanz ist, beweist der Umstand, dass er sich bei seitlichem Zusatz von $^1/_5$ % Argentum nitricum sofort tief schwarz färbt, welche Färbung erst allmählich in braun abtönt (Fig. 8, Taf.).

Setzt man einem in seiner Gewebsflüssigkeit zerzupften Nerven von der Seite her ein beliebiges Reagens zu, so sieht man, wie sich das

Mark sofort von der Einschnürung aus zurückzieht. Letztere erhält dadurch das bis jetzt allgemein bekannte Aussehen. Man sieht, wenn man ein Färbemittel hinzugesetzt hat, dass von dieser Stelle aus die Farbe weiter in die Faser dringt.

Dies beweist, dass an der Einschnürung der Eintritt aller Flüssigkeiten in den Nerven stattfindet, was bis jetzt Ranvier, Engelmann und Andere nur aus den Silberbildern geschlossen haben.

Welchen Zweck dabei die Verdickung der Schwann'schen Scheide hat, das weiss ich nicht zu sagen (vielleicht ein Filtrum?).

Setzt man einer einfach conturirten Faser von der Seite 0·75 % Kochsalzlösung hinzu, so bemerkt man ausser jenem Zurückziehen, dass die Bildung des doppelten Conturs, d. h. die optische Scheidung von Mark und Axencylinder ganz allmählich, vor den Augen des Beobachters von der Einschnürung aus vor sich geht. Nach und nach, wenn diese vollendet ist (Fig. 9a, Taf.), sieht man, wie im Mark, von aussen nach innen fortschreitend, Sprünge entstehen, die im Anfange die ganze Dicke desselben noch nicht durchsetzen (Fig. 9b, Taf.), später aber durchgehen (Fig. 9c, Taf.). Allmählich wird der Sprung weiter (Fig. 9d, Taf.) und man bekommt schliesslich das typische Bild der Lantermann'schen Einkerbung (Fig. 9e, Taf.). Eine weitere Fortsetzung der Beobachtung ist nicht nothwendig, weil die jetzt folgenden Veränderungen den früher beschriebenen vollkommen gleichen.

Ganz ebenso, wie seitlich zugesetzte Kochsalzlösung wirkt 1 % Ueberosmiumsäure, mit dem einzigen Unterschiede, dass das erstere Reagens eine Verminderung der Faserbreite von im Mittel 0,003, während das letztere eine solche von 0,006 mm hervorruft.

Beides, Verminderung der Faserbreite und allmähliches Entstehen der Lantermann'schen Einkerbungen, bildet das letzte Glied in der Beweiskette gegen die Präexistenz der Einkerbungen. Die von Lantermann und Boll ausgesprochene Ansicht, dass an der lebenden Nervenfaser das Mark aus röhrenartigen, in einander geschobenen Segmenten gebildet werde, ist nicht richtig; es sind diese Erscheinungen vielmehr Zeichen der schrumpfenden Faser.

Interessant sind die Nerven der Mäuse deswegen, weil der äussere Contur fast tintenschwarz erscheint (Fig. 10a u. b, Taf.).

V. Isolation durch Chemikalien.

Ein schon früher hervorgehobener Uebelstand der bis jetzt beschriebenen Methoden liegt darin, dass man sich zur Isolation der Fasern der Präparirnadel bedient, also eine immerhin rohe und gewaltsame Operation solch zarten Gebilden gegenüber anwendet, wie die Nerven sind. Mein Bestreben war daher darauf gerichtet, ein Reagens zu finden, welches das die Nerven umhüllende Bindegewebe löst, die Fasern selber aber intact lässt. Leider entsprachen die erhaltenen Resultate nicht den gehegten Erwartungen; nur der von Budge zu anderen Zwecken empfohlene liquor natri hypochlorosi erfüllt das erste Postulat, das zweite nicht.

Behandelt man ein nicht zu kleines Stück eines Nerven 24 Stunden mit dem sehr verdünnten Reagens (2 Tropfen der officinellen Lösung auf 25 ^{grm} Aq. dest.), so schrumpft das Object bedeutend und seine Schnittenden erhalten ein faseriges Aussehen. Schüttelt man das Uhrschälchen leicht, so zerfällt der Nerv in seine einzelnen Fasern. Unter dem Mikroskope haben dieselben ein ganz zerfressenes Aussehen. Hier und da bemerkt man noch Ranvier'sche Einschnürungen; der Axencylinder tritt sehr oft aus dem Faserende als breites, weisses Band hervor (Fig. 11, Taf.); die übrige Faser hat ein grobkörniges Aussehen erlangt.

Vielleicht gelingt es Anderen, eine Combination zu finden, in der das Reagens seine lösende Einwirkung auf das Bindegewebe behält, die Nerven selber aber nicht angreift.

IV. Kochen der Nerven.

Um die Schwann'sche Scheide leer zu erhalten, hat Kölliker[1] das Kochen der Nerven in Alkohol und Essigsäure empfohlen. Die durch diese Methode erhaltenen Resultate sind folgende:

Die Objecte schrumpfen sehr stark und lassen sich sehr schwer zerzupfen. Man sieht zuweilen, aber nicht mehr gut erhalten, Ranvier'sche Einschnürungen; der Axencylinder ist ein mehr oder weniger breites Band, läuft wellig in der Faser und tritt an ihrem Rissende manchmal hervor (Fig. 12, Taf.). Einmal ist es mir gelungen, zwei nackte Axencylinder zu erhalten, die eine Breite von 0,009 bezw. 0,003 ^{mm} hatten und selbst bei 700facher Vergrösserung keine Structur erkennen liessen.

[1] Köllicker, *Histologie*, 5. Aufl.

In der Faser bleibt nach dem Kochen eine eigenthümliche, wirr aussehende Masse zurück, die sich mit Osmium gelb färbt. Dieselbe scheint eine Stützsubstanz für das Mark zu sein und ist wahrscheinlich mit den von Kühne und Ewald[1] beschriebenen „Hornscheiden" identisch.

Die Kerne werden durch diese Methode nicht verändert und färben sich mit Carmin schön roth.

VII. Degenerationsversuche.[2]

Die Beobathtung, dass alle Flüssigkeiten, welche man einem Nerven seitlich zusetzt, an der Ranvier'schen Einschnürung in das Faserinnere treten, ist sehr leicht zu erklären, wenn man annimmt, dass der blasse Ring, welcher das Mark unterbricht, die Flüssigkeiten ohne Schwierigkeit diffundiren lässt. Die physiologische Bedeutung dieser Erscheinung ist aber wohl darin zu suchen, dass nicht bloss Reagentien, sondern auch Ernährunsflüssigkeiten hier eintreten. Dadurch wurde der Gedanke nahe gelegt, dass die von zwei Einschnürungen begrenzte Nervenstrecke zellenwerthig sei.

Engelmann (der, was die Einkerbungen betrifft, durchaus nicht auf dem Standpunkte Lantermann's steht[3]) hat zu diesem Zwecke Degenerationsversuche am Frosche angestellt, indem er den Ischiadicus durchschnitt und ein mehr oder weniger grosses Stück resecirte. Er hat gefunden, dass die Entartung in den ersten Tagen nur bis zur Einschnürung fortschreitet, da aber still hält. Bestätigte sich dieses, so war ein zweiter Beweis für die Richtigkeit der von Ranvier[4] ausgesprochenen Vermuthung gewonnen: „Il résulte encore de ces faits, que le segment interannulaire des tubes nerveux représente une cellule".

Die zur Controle nach Engelmann's Methode am Frosche angestellten Degenerationsversuche haben mir dieselben Resultate gegeben, wie jenem Forscher. Mit aller Schärfe kann ich wiederholen, dass die Entartung in den ersten 72 Stunden nur bis zu der Einschnürung reicht,

[1] Ewald und Kühne, *Referat im Centralblatt für die med. Wissenschaft*, 1877. Ueber ein neues Structurelement der Nervenfaser.

[2] Auf die von Colasanti (*Archiv für Phys.*, 1878, Heft 3) veröffentlichten Untersuchungen einzugehen, schien mir nicht nöthig, da einerseits diese Arbeit längst abgeschlossen war, andererseits eine ausführlichere Besprechung dieses an sich höchst interessanten Gegenstandes nicht im Plane lag.

[3] A. a. O.

[4] A. a. O.

welche der Schnittstelle zunächst liegt (Fig. 13, Taf.). Die entarteten Theile haben nach Anwendung von Uberosmiumsäure ein schmutziggelbes (versengtes) Aussehen; an ihnen ist von Lantermann'schen Einkerbungen nichts zu sehen. Durch das Schwinden des Markes wird die Scheide leer und erscheint als helle, selbst bei starken Vergrösserungen $\left(\frac{700}{1}\right)$ keine Structur zeigende Membran.

Das Vorschreiten der Entartung bis zur Einschnürung und das Stillhalten derselben an dieser Stelle ist aber wohl nur so zu erklären, dass man die Einschnürung für eine Zellgrenze ansieht.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen sind kurz folgende:

1) Die Ranvier'sche Einschnürung wird im lebenden Organismus durch einen Ring blasser Substanz gebildet, der den Axencylinder umgibt, die Continuität des Markes unterbricht und Flüssigkeiten leicht diffundiren lässt. Die Schwann'sche Scheide ist an dieser Stelle durch einen ringförmigen, das Lumen der Faser verengenden Wulst verdickt.
2) Der doppelte Contur repräsentirt die ganze Markscheide, ist aber an der frischen Nervenfaser noch nicht zu erkennen. Der von ihm umgebene Theil ist der Axencylinder.
3) Die Lantermann'schen Einkerbungen sind Zeichen der schrumpfenden Nervenfaser, sind „Zersetzungsbilder".

Am Schlusse dieser Arbeit, die ich unter Leitung des der Wissenschaft zu früh entrissenen Dr. Sachs in der histologischen Abtheilung des physiologischen Institutes der Berliner Universität anstellte, sage ich Herrn Prof. Dr. Fritsch meinen besten Dank für das freundliche Entgegenkommen und die liebenswürdige Unterstützung.

Erklärung der Abbildungen.

Die Buchstaben, welche den Figuren beigeschrieben sind, bedeuten:
R = Ranvier'che Einschnürung; A = Axencylinder; M = Mark (doppelter Contur)
S = Schwann'sche Scheide; L = Lantermann'sche Einkerbung; K = Kerne.

Fig. 1. Nerv der Froschlunge $\left(\frac{350}{1}\right)$.

Fig. 2. Faser des Froschischiadicus, 24 Stunden mit Fuchsin behandelt $\left(\frac{450}{1}\right)$.

Fig. 3a. Faser des Froschischiadicus mit $^1/_5\,\%$ Arg. nitr. behandelt $\left(\frac{350}{1}\right)$.

Fig. 3b. Hautnerv des Frosches mit $^1/_5\,\%$ Arg. nitr. behandelt (schematisch gehalten) $\left(\frac{350}{1}\right)$.

Fig. 4. Faser des in 0·75 % Kochsalzlösung zerzupften Froschischiadicus; a und b bei 350facher, c und d bei 700facher Vergrösserung gezeichnet. In allen 4 Figuren sieht man deutlich die Schwann'sche Scheide (S) als dritten Contur. Bei c ist ausser der Strichelung der Spitzenlücken (L) der Axencylinder (A) im Stadium der federseelenartigen, bei d in dem der bandartigen Schrumpfung sichtbar.

Fig. 5. Faser des in 1 % Ueberosmiumsäure zerzupften Ischiadicus des Frosches; a und b bei 350facher, e bei 700facher Vergrösserung gezeichnet. Bei b sieht man den hellen, die Einschnürung halbirenden Streifen (R), bei c ausser der Strichelung der Spitzenlücken (L) noch die des Markes (M) und die hellen Bänder.

Fig. 6. Faser aus dem Ischiadicus des Frosches in Aqua destillata zerzupft $\left(\frac{350}{1}\right)$.

Fig. 7. Faser des trocken zerzupften Froschischiadicus. Bei R sieht man den die Einschnürung bildenden blassen Ring $\left(\frac{350}{1}\right)$.

Fig. 8. Dieselbe nach seitlichem Zusatz von Arg. nitr. $\left(\frac{370}{1}\right)$.

Fig. 9. Dieselbe nach seitlichem Zusatz von 0·75 % Kochsalzlösung. Die fünf verschiedenen Stadien sind im Texte näher besprochen $\left(\frac{359}{1}\right)$ (etwas schematisch).

Fig. 10. Cruralis der Maus $\left(\frac{350}{1}\right)$. *a* trocken zerzupft, *b* nach seitlichem Zusatz von Kochsalz.

Fig. 11. Ischiadicusfaser nach 24stündiger Behandlung mit sehr verdünntem Lig. nat. hypochlor. $\left(\frac{350}{1}\right)$.

Fig. 12. Faser aus dem in Alcohol und Essigsäure gekochten Ischiadicus des Frosches $\left(\frac{350}{1}\right)$.

Fig. 13. Faser aus dem centralen Degenerationsstumpf des Froschischiadicus nach 48 Stunden, in 1% Ueberosmiumsäure zerzupft $\left(\frac{445}{1}\right)$.

Fig. 1.

Fig. 2.

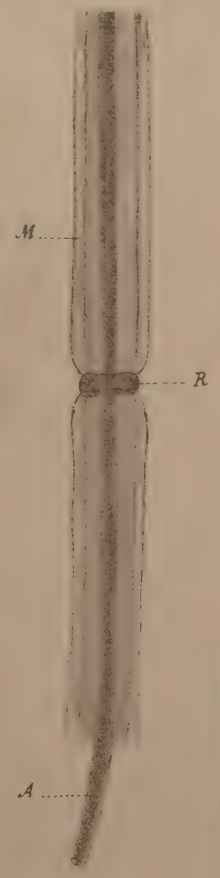


Fig. 3.

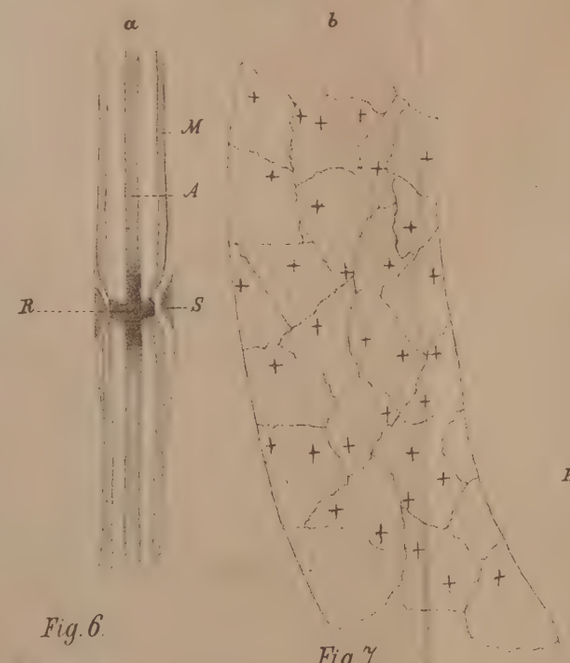


Fig. 4.

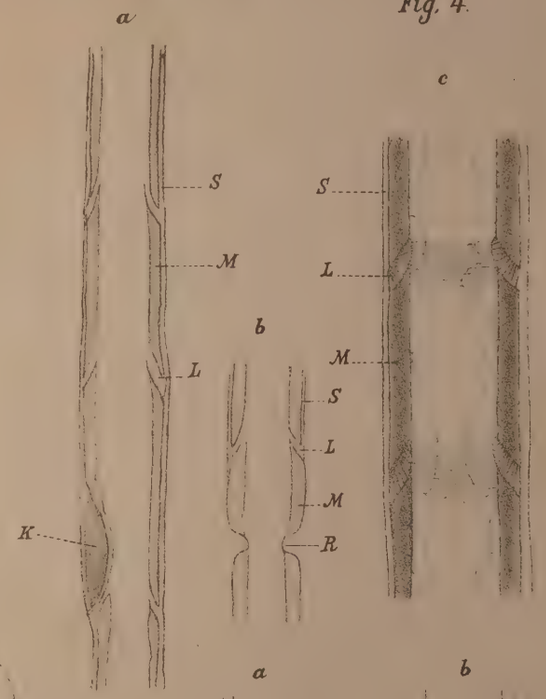


Fig. 5.

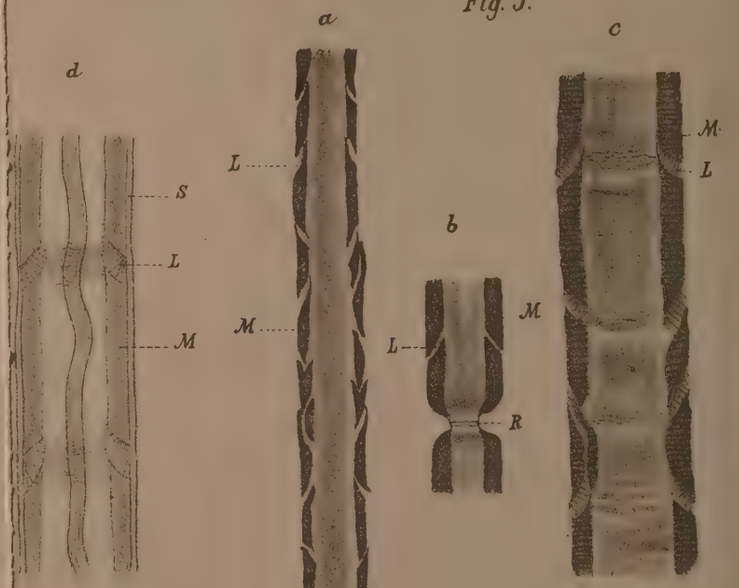


Fig. 6.

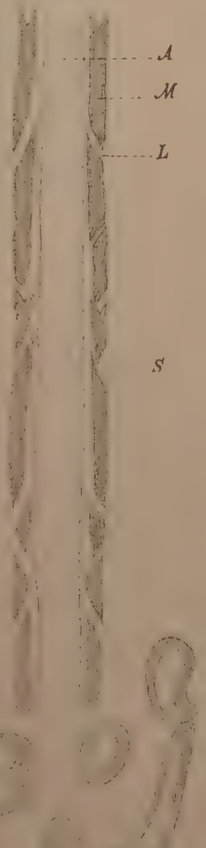


Fig. 7.

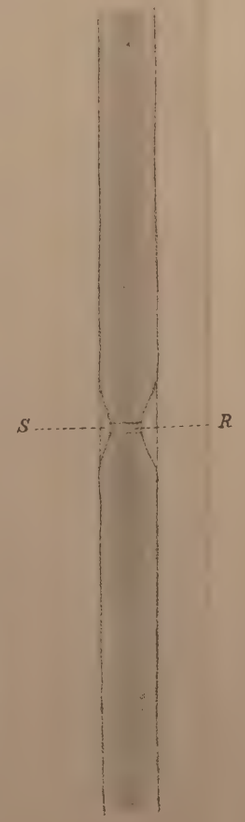
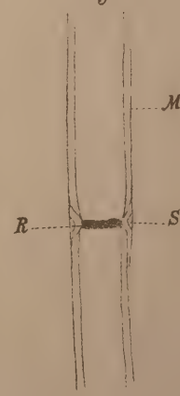


Fig. 8.



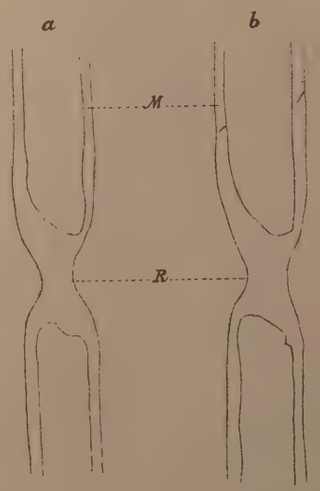


Fig. 9.

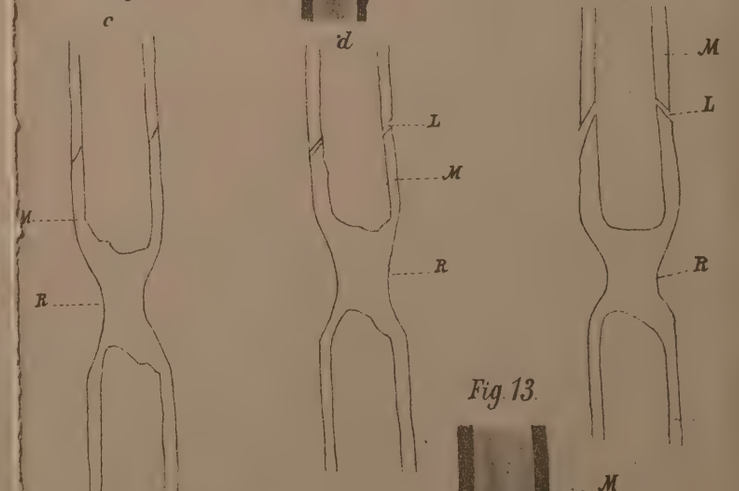


Fig. 10.

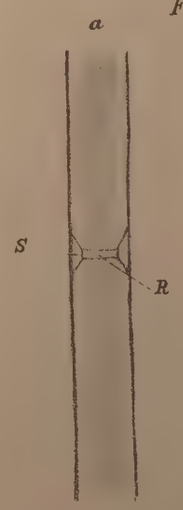


Fig. 11.

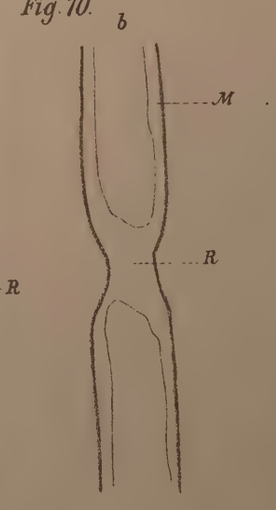
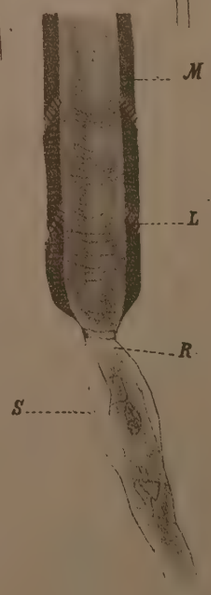


Fig. 12.

Fig. 13.



Verlag Veit & Comp Leipzig

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Opponenten:

Martin Siegfried, Dr. med.
Constantin Lambros, Dr. med.
Richard Pfeifer, Dr. med.

Thesen.

1) Der Enucleatio bulbi ist die Durchschneidung der Ciliarnerven vorzuziehen.
2) Die Radicaloperation bei alter Hernia mobilis ist, wenn überhaupt, nur nach dem von Rothmund modificirten Wutzer'schen Verfahren auszuführen.
3) Die Ranvier'sche Einschnürung ist eine Zellgrenze.

Lebenslauf.

Verfasser, Bernhard Rawitz, jüdischer Religion, wurde am 23. August 1857 zu Ostrowo, Provinz Posen, geboren. Von seinem fünften Jahre ab besuchte er die städtische evangelische Bürgerschule zu Gross-Glogau, welche er Ostern 1867 verliess. Von diesem Termine an bis Ostern 1875 besuchte er das Königliche evangelische Gymnasium derselben Stadt, das er, nach dem am 11. Februar bestandenen Abiturientenexamen, mit dem Zeugniss der Reife verliess, um in Berlin Medicin zu studiren. Als Zögling des Königlichen medicinisch-chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institutes diente er vom 1. April bis zum 30. September 1875 sein Halbjahr mit der Waffe bei der 8. Compagnie Garde-Füsilierregimentes. Am 14. März 1877 bestand er das Tentamen physicum und am 11. Februar 1879 das Examen rigorosum. Am 15. Februar wurde er zum Unterarzt im 7. Brandenburgischen Infanterieregimente Nr. 60 ernannt.

Während seiner Studienzeit hörte er die Vorlesungen, Curse und Kliniken folgender Herren: Bardeleben, du Bois-Reymond, Braun, Fasbender, Fräntzel, Frerichs, Gurlt, Hartmann, Helmholtz, Hirsch, Hofmann, v. Langenbeck, Leuthhold, Leyden, Liebreich, Munk, Orth (Joh.), Orth (Alb.), Peters, Reichert, Sachs, Schröder, Schweigger, Sellerbeck, Skrzeczka, Trautmann, Virchow, Zeller.

Allen diesen seinen verehrten Herren Lehrern sagt der Verfasser seinen aufrichtigsten Dank.